مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷ ، شماره ۳، سال ۱۳۹۰

گزینش ژنوتیپ‌های جدید گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) برای شرایط محیطی مختلف با استفاده از برخی آماره‌های پایداری

Selection of New Safflower (*Carthamus tintorius* L.) Genotypes for Different Climatic Conditions Using some Stability Parameters

امیرحسن امیدی[۱]، محمدرضا شهسواری[۲]، ابوالقاسم الحانی[۳] و عباس جهان‌بین[۴]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، داراب
۴- کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۱۲

چکیده

امیدی، ا. ح.، شهسواری، م. ر.، الحانی، ا.، و جهان‌بین، ع. ۱۳۹۰. گزینش ژنوتیپ‌های جدید گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) برای شرایط محیطی مختلف با استفاده از برخی آماره‌های پایداری. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷:** ۳۰۳ - ۲۸۷.

به‌منظور تعیین پایداری و واکنش ارقام و لاین‌های گلرنگ در کشت پاییزه، تعداد ۱۸ ژنوتیپ خالص گلرنگ به همراه ارقام پدیده و گلدشت در چهار منطقه کرج، اصفهان، زابل و داراب فارس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و به مدت سه سال زراعی (۸۸-۱۳۸۵) مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب روی عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار برای اثر سال، مکان، ژنوتیپ، اثر متقابل ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × مکان× سال نشان داد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه جانبه جهت بررسی دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها و تعیین پایداری عملکرد دانه آن‌ها از روش‌ها و پارامترهای مختلف پایداری نظیر واریانس محیطی (S^2_i)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، میانگین مربعات انحراف انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i)، ضریب رگرسیون (b_i)، ضریب اکووالانس (W^2_i) و واریانس پایداری(δ^2_i) استفاده شد. بر اساس شیب رگرسیونی و میانگین عملکرد دانه و همچنین انحراف از خط رگرسیون و نتایج حاصل از سایر روش‌های پایداری، لاین جدید K.W.2 با پایداری عمومی خیلی خوب در تمام محیط‌ها و عملکردی بالا به عنوان ژنوتیپ مطلوب انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ پاییزه، ژنوتیپ × محیط، عملکرد دانه.

نویسنده مسئول: omidixyz@yahoo.com **تلفن: ۰۲۶۱۶۷۰۳۷۷۱**

مقدمه

گلرنگ زراعی (*Carthamus tinctorius* L.) از زمان‌های دور در استان‌های مختلف کشور از جمله اصفهان،آذربایجان، مرکزی و خراسان با هدف برداشت گل کشت می‌شده است.

روش‌های مختلفی برای مطالعه پایداری عملکرد دانه استفاده شده است که روش رگرسیون خطی بیشترین کاربرد را داشته است هرچند که تلفیق پایداری با عملکرد برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار پر محصول مناسب‌تر است (Leon, 1988).وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط از پایداری ارقام کاسته و موجب کاهش عملکرد آن‌ها در محیط‌های مختلف می‌شود. رومر (Rommer, 1917) از واریانس ارقام در محیط‌های مختلف برای تعیین پایداری استفاده کرد. بر اساس روش واریانس محیطی رومر، ژنوتیپی پایدار است که دارای حداقل واریانس محیطی باشد.

فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) برای تعیین میزان پایداری ارقام ضریب تغییرات محیطی(CV_i) را مورد استفاده قرار دادند تا همبستگی احتمالی بین میانگین عملکرد و واریانس ارایه شده توسط رومر را حذف کنند. بر اساس این معیار، ژنوتیپی پایدار است که علاوه بر عملکردی بالاتر از میانگین، ضریب تغییراتی کم‌تر از میانگین را دارا باشد. پلیستد و پترسون (Plaisted and Peterson, 1959) میانگین جزء واریانس اثر متقابل G×E را مطرح کردند. فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963) ضریب رگرسیونی (b_i) را ارائه کردند که در آن ضریب رگرسیون ژنوتیپ به عنوان پارامتر پایداری در نظر گرفته می‌شود. پرکینز و جینکز (Perkins and Jinks, 1968) ضریب رگرسیونی (b_i) را مورد استفاده قرار دادند. ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) پارامتر انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i) را بیان کردند،. لین و بینز(Lin and Binns, 1985) پارامتر واریانس درون مکانی(MSY/L) را مطرح و مورد استفاده قرار دادند به این معنی که ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات سال درون مکان‌ها برای آن حداقل باشد. پارامتر پایداری اکووالانس توسط ریک (Wricke, 1962) پیشنهاد شد که مستقیماً به اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای هر ژنوتیپ بستگی دارد.

به نظرنایت(Knight, 1970) روش‌های رگرسیونی دارای محدویت عمده ای هستند و کنار هم قرار دادن محیط‌هایی که دارای شرایط اکولوژیکی مختلفی هستند غیر منطقی است.

نتایج بررسی‌های بسیاری از گیاهان زراعی درمکان‌ها وسال‌های مختلف حاکی از اثر متقابل ژنوتیپ‌ها با محیط‌های مورد آزمایش بوده است.

امیدی و همکاران (Omidi *et al*., 2010)

استفاده از روش ابرهارت و راسل را در بررسی سازگاری و پایداری ارقام زمستانه و بهاره گلرنگ مناسب دانسته اند. حاتم‌زاده (Hatamzadeh, 2007)در بررسی پایداری عملکرد دانه ۲۵ لاین و رقم گلرنگ به روش ابرهارت و راسل نتیجه‌گیری کرد که اثر متقابل ژنوتیپ در سال(خطی) معنی دار بوده و لاین ۳۳۸ و رقم PI258417 با شیب خط کمتر از یک و متوسط عملکرد بیشتر از متوسط کل و همچنین واریانس انحراف از خط رگرسیون کم‌تر سازگارترین ژنوتیپ‌ها بودند.

ال فدی و همکاران(Elfadi *et al*., 2005) در بررسی سازگاری ارقام مختلف گلرنگ نتیجه‌گیری کردند که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار و ضرائب و انحرافات از خط رگرسیون غیر معنی‌دار بودند و لاین‌های ۶۲۹۲۹ و PI-572475 را از نظر عملکرد دانه پایدار گزارش کردند.

مقدم و پوردار (Moghaddam and Pourdad, 2009) در بررسی هفده رقم و لاین گلرنگ در سه سال زراعی، لاین PI.537598 را پایدارترین ژنوتیپ از نظر عملکرد دانه دانستند . علیزاده و همکاران (Alizadeh *et al*., 2008) با مطالعه پنج رقم و لاین پیشرفته گلرنگ در چهار منطقه و طی دو سال زراعی، لاین جدید۳۳۳ را پایدارترین ژنوتیپ معرفی کردند.

سوقی و همکاران(Soughi *et al*., 2009) پس از مطالعه سازگاری بیست رقم و لاین گندم به وجود تفاوت‌های مختلفی در نتایج روش‌های مختلف پایداری اشاره کردند. نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2007) در بین روش‌های تجزیه پایداری، معیارهای پیشنهادی ابرهارت و راسل، و روش غیر پارامتری رتبه‌بندی میانگین عملکرد و انحراف معیار هر ژنوتیپ را به دلیل متمایز کردن پایدارترین ژنوتیپ‌های جوبا بالاترین مقدار عملکرد دانه به عنوان مناسب‌ترین روش‌ها معرفی کردند.

روستایی و همکاران (Roustaii *et al*., 1996) به منظور انتخاب ارقام پایدار و پر محصول گندم، واریانس درون مکانی لین و بینز را به دلیل وراثت‌پذیر بودن و اکووالانس ریک و واریانس شوکلا (Shukla, 1972) را به جهت گزینش ارقام پایدار و پر محصول به عنوان معیارهای مناسب توصیه نمودند.

تحقیق حاضر به منظور تعیین پایداری عملکرد دانه لاین‌های پائیزه جدید گلرنگ در شرائط آب و هوائی کرج، اصفهان، داراب و زابل اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین پایداری و ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ژنوتیپ‌های جدید گلرنگ، آزمایش مقایسه عملکردی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با بیست ژنوتیپ (با احتساب دو رقم شاهد) در چهار ایستگاه تحقیقاتی کرج، اصفهان، داراب و

زابل برای مدت سه سال زراعی (۸۸-۱۳۸۵) اجرا شد.

ارقام در کرت‌های چهار ردیفه به طول سه متر و با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۵ سانتی متر کاشته شدند. آزمایش‌ها در مراحل بعد از کاشت، ساقه‌دهی، شروع غنچه، شروع گل، ۵۰٪ گل‌دهی، پایان گل و دانه‌بندی آبیاری گردیدند. مساحت هر واحد آزمایشی ۶ مترمربع بود و در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی به‌طور یکنواخت در همه مکان‌ها انجام شد. قبل از کاشت مقدار ۶۹ کیلوگرم در هکتار کود خالص P_2O_5 و ۲۳ کیلوگرم کود نیتروژن خالص و بعد از کاشت ۲۳ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت خالص و سرک به زمین داده شد. برداشت از دو خط میانی و پس از حذف نیم متر از طرفین هر خط به مساحت ۲ مترمربع به عمل آمد. داده‌های مربوط به عملکرد دانه مکان‌ها و سال‌های آزمایش به صورت جداگانه تجزیه واریانس شدند و سپس برای برآورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بعد از آزمون همگنی واریانس اشتباه‌های آزمایشی (بارتلت) تجزیه واریانس مرکب انجام شد. آزمون F با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. برای تعیین پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از معیارهای پایداری: واریانس محیطی (S^2_i)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، اکووالانس (W^2_i)، واریانس پایداری (δ^2_i)، استفاده شد. در این تحقیق پایداری ارقام با استفاده از روش رتبه‌بندی (Rank method) نیز ارزیابی شد. برای این منظور میانگین رتبه عملکرد و نیز انحراف معیار رتبه (SDR) ژنوتیپ‌ها بر اساس دوازده محیط برآورد شد.

نتایج و بحث

مشخصات اقلیمی مناطق آزمایش وشجره ژنوتیپ‌های گلرنگ در جدول‌های ۱ و۲ نشان داده شده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه در چهار مکان و سه سال نشان داد که ژنوتیپ‌های آزمایشی در اکثر موارد تفاوت‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. در جدول ۳ میانگین عملکرد دانه سه ساله ارقام و لاین‌های آزمایشی در مناطق مختلف و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (L.S.D) نشان داده شده است. این نتایج نشان داد که طی سه سال بررسی در منطقه کرج لاین جدید امیدبخش K.W.2 با عملکرد دانه ۲۹۶۷ کیلوگرم در هکتار، با رقم شاهد (پدیده) اختلاف معنی‌داری نداشت. این لاین، در منطقه اصفهان با کاهش ۱۴ درصدی عملکرد دانه، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در مقایسه با رقم شاهد (پدیده) داشت. بررسی وضعیت عملکرد دانه در سه سال آزمایش در منطقه زابل نشان داد که رقم گلدشت با عملکرد ۲۸۸۲ کیلوگرم دانه در هکتار در بالاترین رتبه

جدول۱- مشخصات جغرافیائی مناطق آزمایش
Table 1. Geographical characteristics of the experimental locations

Location	مناطق	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	بارندگی Rainfall (mm)
Karaj	کرج	1300	51.50	35.48	250-300
Isfahan	اصفهان	1650	50.49	33.70	150
Darab	داراب	1100	54.55	28.29	250
Zabol	زابل	482	61.30	31.70	55

جدول ۲ – نام و شجره ژنوتیپ‌های گلرنگ زمستانه استفاده شده در آزمایش
Table 2. Name and pedigree of winter safflower genotypes used in the experiment

شماره No.	Genotype	Pedigree
1	Mahalli Aajabshir	Ajabshir landrace
2	K.W.2	Goldasht × Zarghan279
3	K.W.3	Goldasht × K.F.72
4	K.W.4	Varamin 295 × Padideh
5	K.W.5	Goldasht × CH65
6	K.W.6	CH65 × Zarghan279
7	K.W.7	Zarghan279 × Goldasht
8	K.W.8	Goldasht × Varamin 295
9	Golsefid Isfahan	Isfahan landrace
10	K.W.10	Varamin 295 × K.F.72
11	K.W.11	L.R.K.33 × Padideh
12	K.W.12	Padideh × L.R.K.33
13	K.W.13	L.R.K.271 × Zarghan279
14	K.W.14	L.R.K.191 × Zarghan279
15	K.W.15	CH65 × K.F.72
16	K.W.16	L.R.K.191 × Padideh
17	V-295	Oromieh landrace
18	Z-279	L.R.V.279
19	Padideh	Oromieh landrace
20	Goldasht	East Azarbayjan landrace

قرار داشت ولی تفاوت معنی‌داری نسبت به لاین K.W.2 و رقم پدیده نداشت. در مجموع عملکرد دانه این رقم حدود ۱۱ درصد از رقم شاهد پدیده بیشتر بود. مشابه چنین نتیجه‌ای در منطقه داراب فارس نیز به‌دست آمد، با این تفاوت که رقم گلدشت به ترتیب ۷ و ۱۳ درصد نسبت به لاین K.W.2 و رقم پدیده عملکرد دانه بیشتری داشت. نتایج اولیه حاکی از این بود که واکنش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در برابر تغییرات محیطی، متفاوت بوده و یک ژنوتیپ در محیط‌های مختلف نتوانسته حداکثر پتانسیل محصول را تولید کند. در چنین حالتی می‌توان

جدول ۳ - میانگین عملکرد سه ساله ژنوتیپ‌های گلرنگ در مناطق مختلف
Table 3. Three years seed yield means of safflower genotypes in different locations

شماره	ژنوتیپ	میانگین عملکرد دانه (Mean seed yield ($kgha^{-1}$)			
		کرج	اصفهان	داراب	زابل
N0.	Genotype	Karaj	Isfahan	Darab	Zabol
1	M. Aajabshir	2392 c-g	2629 b-e	2382 d-h	2438 d-g
2	K.W.2	2967 a	2985 a	2715 a-c	2782 a-c
3	K.W.3	2208 f-i	2529 c-e	2404 d-h	2250 e-i
4	K.W.4	2654 a-d	2858 ab	2156 hi	2278 e-i
5	K.W.5	2666 a-d	2688 a-d	2753 ab	2221 f-i
6	K.W.6	2642 a-d	2855 ab	2485 c-g	2216 f-i
7	K.W.7	2054 g-i	2327 e-g	1790 j	1998 i
8	K.W.8	1933 i	2050 g	2124 hi	2543 b-e
9	G. Isfahan	2685 a-c	2661 b-d	2640 a-d	2181 g-i
10	K.W.10	1949 h-i	2319 e-g	2271 f-i	2792 a-c
11	K.W.11	2777 ab	2706 a-d	2320 e-i	2492 b-g
12	K.W.12	1951 h-i	2487 c-f	2410 d-h	2344 e-h
13	K.W.13	2229 e-i	2628 b-e	2075 i-j	2473 c-g
14	K.W.14	2218 e-i	2795 a-c	2153 h-i	2534 b-f
15	K.W.15	2566 b-f	2786 a-c	2298 e-i	2703 a-d
16	K.W.16	2683 a-c	2774 a-c	2178 g-i	2801 ab
17	V-295	2583 b-e	2189 fg	2578 b-e	2674 a-d
18	Z-279	2362 c-g	2582 b-e	2527 b-f	2039 h-i
19	Padideh	2892 ab	2580 b-e	2549 b-f	2565 a-e
20	Goldasht	2308 d-h	2420 d-f	2916 a	2882 a

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different.

نتیجه گرفت ژنوتیپ تنها عامل به‌وجود آورنده فنوتیپ نیست (Kang, 1998).

میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در یک مکان و همچنین از مکانی به مکان دیگر و حتی در یک مکان از سالی به سال دیگر معمولاً متفاوت و بیانگر این واقعیت است که ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌ها در یک مکان یا یک سال نمی‌تواند دقیق و قابل توصیه باشد. به همین دلیل و به منظور بررسی وضعیت ارقام و لاین‌های مورد بررسی در مکان‌ها و سال‌های مختلف تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از چهار مکان و سه سال پس از آزمون بارتلت و عدم رد فرض صفر مبنی بر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس خطاها در آزمایش‌های جداگانه و یا به عبارتی متجانس بودن واریانس‌های خطا و با استفاده از میانگین هر ژنوتیپ و با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و بر اساس امیدهای ریاضی انجام شد (جدول ۴).

معنی‌دار بودن اثر ساده سال و مکان، نشان می‌دهد که بین میانگین سال‌ها و مکان‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بدین معنی که

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گلرنگ
Table 4. Combined analysis of variance for seed yield of safflower genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Year (Y)	سال	2	1281706**
Location (L)	مکان	3	1875783**
Y × L	سال×مکان	6	106452ns
Rep/YL	تکرار در سال و مکان	36	112590
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	1630687*
G × L	ژنوتیپ× مکان	57	660233*
G × Y	ژنوتیپ× سال	38	361750**
G × Y × L	ژنوتیپ× سال× مکان	114	175212**
E2	خطا	684	94738

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns, * and **: Not significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

عوامل جوی مانند نزولات آسمانی،طول روز،حداقل و حداکثر دمای هوا و خاک در سال‌های مختلف نوسانات زیادی داشته است و به‌علاوه عواملی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک،طول و عرض جغرافیایی،ارتفاع از سطح دریا و نحوه کشت و کار باعث اختلاف معنی‌دار بین مکان‌ها شده است.

نتایج حاصله همچنین اختلاف معنی‌داری برای اثر، ژنوتیپ،اثر متقابل ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × مکان× سال نشان داد. معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ نشان‌دهنده اختلاف ژنتیکی در بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی است. معنی‌دار شدن اثر متقابل سال × منطقه × رقم در سطح احتمال ۱٪ حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف است. با وجود چنین نتایجی انتخاب و توصیه یک رقم برای کلیه شرائط مستلزم احتیاط و دقت بالائی است، بدین معنی که رقمی باید انتخاب شود که در عین پر محصولی نوسان عملکرد کمتری از سالی به سال و از مکانی به مکان دیگر داشته باشد به عبارتی عملکردآن باید پایدار باشد.

نتایج مربوط به تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد وجود یا عدم وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ارایه می‌دهد. با مطالعه سازگاری ارقام و پایداری عملکرد آن‌ها در محیط های مختلف، می‌توان ژنوتیپی را که در تمام مناطق اقلیمی عملکرد قابل قبولی داشته و سازگاری وسیعی را با محیط‌های مختلف دارا باشد، انتخاب و کرد، بنابراین تجزیه پایداری

ژنوتیپ‌ها بر اساس روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) انجام شد (جدول ۵).

با توجه به نتایج مربوط به تجزیه پایداری می‌توان نتیجه‌گیری کرد که معنی‌دار شدن میانگین مربعات مربوط به ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ × محیط (خطی) به معنی وجود رابطه خطی بین عملکرد دانه و ژنوتیپ‌ها و شاخص محیطی است یعنی ژنوتیپ‌های مختلف شیب‌های متفاوتی دارند ودر واقع اختلاف بین شیب‌ها را نیز نشان می‌دهد، به‌ترتیبی که افزایش شاخص محیطی (بهبود شرائط محیطی) افزایش عملکرد ژنوتیپ‌ها را به‌دنبال خواهد داشت، معنی‌دار نشدن انحرافات از خط رگرسیونی بعضی از ارقام حاکی از این است که نقاط مربوط به عملکرد دانه آن‌ها کاملاً در اطراف خط رگرسیونی قرار دارند و واکنش آن‌ها در طول تغییرات خطی با محیط دارای نوسانات عمده ای نیست و جزء غیر خطی یا انحراف مرکب نیز در پایداری عملکرد دانه آن‌ها نقشی ندارد. از آنجایی‌که شاخص محیطی (S^2d_i) سهم هر ژنوتیپ در اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را توضیح می‌دهد. بر اساس این پارامتر اگر ژنوتیپی دارای انحراف از خط رگرسیون صفر یا حداقل باشد آن رقم پایدار است.در این تحقیق ژنوتیپ‌های محلی عجب شیر، K.W.2، K.W.13 و پدیده پایدار و دارای واریانس انحراف از خط رگرسیون غیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بودند.یعنی تغییرات عملکرد این ژنوتیپ‌ها در طول تغییرات خطی با شاخص محیطی دارای نوساناتی نبوده است. سایر ژنوتیپ‌هایی که انحراف از خط رگرسیون معنی‌دار داشتند بر اساس روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) ژنوتیپ‌های ناپایدار محسوب شدند.

در این تحقیق بااستفاده از پارامترهای مختلف پایداری واریانس محیطی (S^2_i)، میانگین مربعات انحراف انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، اکووالانس (W^2i)، واریانس پایداری شوکلا (δi^2) و شیب خط رگرسیونی (b_i)، وضعیت ژنوتیپ‌ها بررسی شد (جدول ۶).

موقعیت ارقام و لاین‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه و ضرائب رگرسیونی و انحراف از از خط رگرسیون در شکل‌های ۱ و۲ آمده است. با توجه به شکل‌های فوق مشخص می‌شود که دو خط عمودی به میزان یک انحراف معیار بالاتر و پائین‌تر از میانگین کل آزمایش قرار دارند، و دو خط افقی نیز به اندازه یک انحراف استاندارد بالاتر و پائین‌تر از ضریب رگرسیون متوسط واقع شده‌اند، بدین ترتیب ژنوتیپ‌هائی پایدار در نظر گرفته می‌شوند که اولا از نظر عملکرد دانه در سمت راست خطوط عمودی (عملکرد بالاتر از میانگین کل) و بین دو خط افقی (ضریب رگرسیونی نزدیک به یک) قرار گرفته و همچنین انحراف از خط رگرسیونی پائین‌تری را دارا باشند. باید توجه کرد که حالت‌های مختلف ضریب رگرسیونی (b_i) یعنی

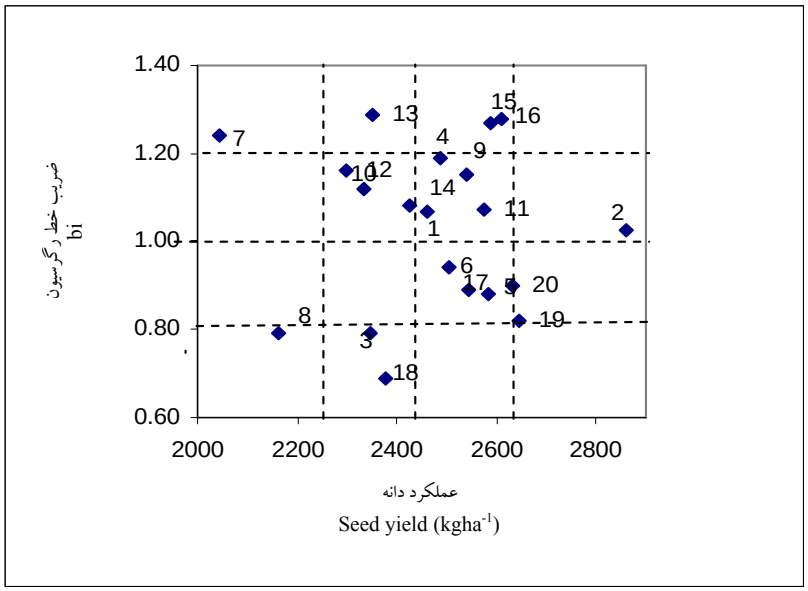
جدول ۵ – تجزیه واریانس پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گلرنگ
Table 5. Stability analysis for seed yield of safflower genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Total	کل	239	27791601.6	
Cultivar (V)	رقم	19	7745764.8	407671.8**
V × ENV	محیط(رقم× محیط)	220	20045836.9	
ENV (linear)	محیط(خطی)	1	2207367.6	
V × ENV (linear)	رقم × محیط(خطی)	19	3321145.2	174797.1**
Pooled DEV	انحرافات مرکب	200	14517324.1	72586.6**
V1		10	213314.9	21331.5ns
V2		10	264406.1	26440.6ns
V3		10	684236.3	68423.6**
V4		10	602267.4	60226.7**
V5		10	634764.7	63476.5**
V6		10	588484.4	588484.4**
V7		10	1756418.4	175641.8**
V8		10	1281228.8	128122.9**
V9		10	909007.7	90900.8**
V10		10	1552493.7	155249.4**
V11		10	461594.4	46159.4**
V12		10	1089500.5	108950.0**
V13		10	266921.7	26692.2ns
V14		10	531166.0	53116.6**
V15		10	442409.7	44241.0**
V16		10	801029.4	80102.9**
V17		10	477030.7	47703.1**
V18		10	535948.4	53594.8**
V19		10	339953.7	33995.4ns
V20		10	1085147.1	108514.7**
Pooled error		684	16200266.4	23684.6

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.
ns and **: Not significant and significant at the 1% probability level, respectively.
V1-V20: ژنوتیپ‌ها (به جدول ۲ مراجعه شود).
V1-V20: Genotypes (see Table 2).

($b_i<1$)،($1=b_i$)($b_i>1$) به‌ترتیب به معنی وضعیت خوب، متوسط و ضعیف ژنوتیپ‌ها از نظر سازگاری است، به عبارت دیگر اگرشیب خط رگرسیون ژنوتیپ‌ها (حداقل برای دو ژنوتیپ) از نظر آماری با یک اختلاف نداشته باشند حساسیت آن‌ها به محیط کمتر و مطلوب‌ترند و ژنوتیپ‌هایی که به‌طور معنی‌داری دارای شیب کمتر از یک هستند حساسیت کمتری نسبت به تغییرات محیطی دارند و سازگار به محیط‌هایی هستند که از عملکرد پایین برخوردارند و در نهایت ژنوتیپ‌هایی که به‌طور معنی‌داری دارای شیب بیشتر از یک هستند حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات محیطی دارند و سازگار به محیط‌های مساعد هستند بر اساس همین موارد ژنوتیپ‌ها به صورت زیر گروه‌بندی شدند:

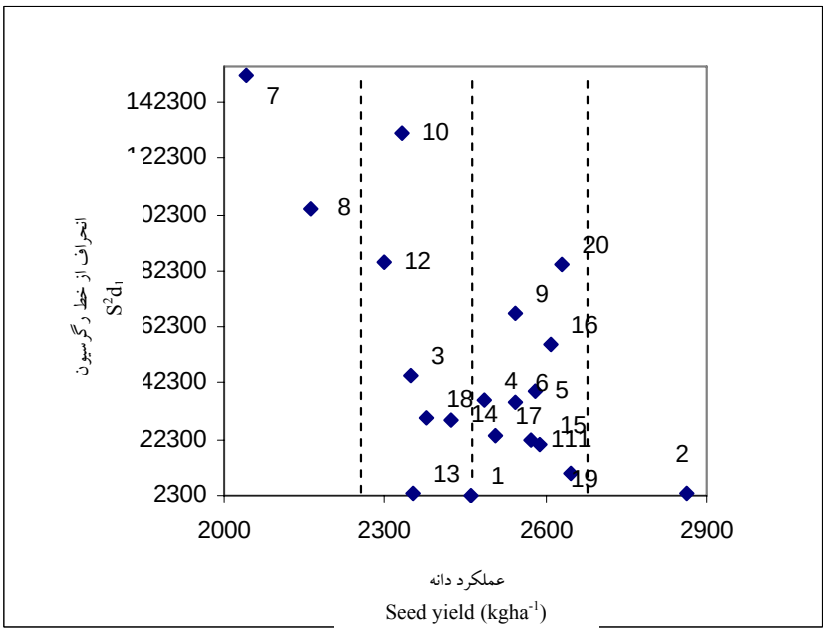
گروه A(+) : گروه با سازگاری عمومی خیلی بالادر تمامی محیط‌ها با عملکردی بالا،



شکل ۱- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ بر اساس عملکرد دانه و ضریب رگرسیونی

Fig. 1. Scatter diagram for sufflower genotypes based on seed yield and regression coefficient

برای شجره ژنوتیپ‌ها به جدول ۲ مراجعه شود. For genotypes pedigree see Table 2.



شکل ۲- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ بر اساس عملکرد دانه و انحراف از خط رگرسیون

Fig. 2. Scatter diagram for safflower genotypes based on seed yield and deviation from regression

برای شجره ژنوتیپ‌ها به جدول ۲ مراجعه شود. For genotypes pedigree see Table 2.

جدول ۶- میانگین عملکرد دانه و پارامترهای پایداری ژنوتیپ‌های گلرنگ
Table 6. Mean seed yield and stability parameters of sufflower genotypes

Genotype	عملکرد دانه Seed yield ($kgha^{-1}$)	ضریب تعیین R^2	ضریب خط رگرسیون b_i	انحراف از خط رگرسیون S^2d_i	درصد تغییرات محیطی CV_i	اکووالانس W^2_i	واریانس پایداری δ^2_i	میانگین رتبه R	انحراف از رتبه SDR	واریانس محیطی S^2_i
M. Ajabshir	2460.15	78.2	1.07 ns	2353 ns	7.95	228508	4114 ns	11.26	1.8	38252
K.W.2	2862.19	89.3	1.03 ns	2756 ns	6.50	264480	7748 ns	2.92	1.5	34598
K.W.3	2347.96	87.1	0.79 ns	44739 **	10.95	699043	51643 **	13.42	2.2	66232
K.W.4	2486.71	78.3	1.19 ns	36542 **	13.74	846028	66490 **	9.67	2.4	116767
K.W.5	2582.06	84.1	0.88 ns	39791 **	9.44	673740	49087 **	9.08	2.3	59357
K.W.6	2542.71	75.4	0.89 ns	35163 **	10.30	594215	41054 **	9.25	2.2	68625
K.W.7	2042.13	66.3	1.24 ns	151957 **	17.80	2632559	246948 **	15.50	2.2	205895
K.W.8	2162.31	64.1	0.79 ns	104438 **	16.09	1292538	111592 **	15.05	2.3	121113
K.F.72	2541.77	84.1	1.15 ns	67216 **	11.34	978514	79872 **	9.08	2.3	83064
K.W.10	2332.70	79.3	1.12 ns	131564 **	16.61	1552845	137886 **	12.42	2.6	150068
K.W.11	2573.71	77.2	1.07 ns	22474 **	8.99	462170	27716 **	8.83	2.2	53498
K.W.12	2297.94	82.1	1.16 ns	85265 **	13.74	1151255	97321 **	14.00	2.2	99682
K.W.13	2351.05	85.1	1.29 ns	3007 ns	11.59	434464	24918 **	13.83	2.2	74254
K.W.14	2424.60	77.8	1.08 ns	29432 **	12.29	643419	46024 **	11.75	2.1	88763
K.W.15	2588.25	74.9	1.27 ns	20556 **	10.21	499605	31498 **	8.58	2.3	69898
K.W.16	2608.90	80.3	1.28 ns	56418 **	13.84	973672	79383 **	7.75	2.3	123646
V.295	2506.06	79.9	0.94 ns	24018 **	10.16	1146965	96888 **	9.33	2.3	64863
Z-279	2377.67	80.4	0.69 **	29910 **	9.69	548996	36487 **	13.00	2.1	53042
Padideh	2646.35	89.9	0.82 ns	10310 ns	6.65	467545	28259 **	7.42	2.2	30961
Goldasht	2631.56	85.3	0.90 ns	84830 **	13.15	1747900	157588 **	7.83	2.5	119759

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and **: Not significant and significant at the 1% probability level, respectively.

ژنوتیپ‌های این گروه با بهبود شرائط محیطی عمکرد بالاتری از خود نشان می‌دهند. در این گروه ژنوتیپ‌های شماره ۲ (K.W.2) و ۱۹ (Padideh) به‌ترتیب با عملکردهای ۲۸۶۲، ۲۶۴۶ کیلوگرم در هکتار قرار گرفته که ژنوتیپ K.W.2 دارای انحراف ازخط رگرسیون پایین‌تری(۲۷۵۶) بود. این دو ژنوتیپ دارای ضریب تبیین بالا (به ترتیب ۳ /۸۹ و ۸۹/۹) بودند که نشان از برازش خوب مدل دارد، به عبارتی مدل به‌خوبی قادر به توصیف داده‌ها بود.

گروه A(O) : گروه با سازگاری عمومی متوسط در تمامی محیط‌ها با عملکردی نزدیک به میانگین توده، در این گروه ژنوتیپ‌های شماره ۱ (Mahali Aajabshir)، ۶ (K.W.6)، ۱۷ (Varamin 295)، ۱۱ (K.W.11)، ۵ (K.W.5)، ۹ (K.F72)، ۱۲ (K.W.12)، و ۱۰ (K.W.10)، ۱۴ (K.W.14) ۴ (K.W.4) و ۲۰ (Goldasht) قرار گرفتند. ولی ژنوتیپ ۱ (Mahali Ajabshir) دارای کمترین انحراف از خط رگرسیون (۱۲، ۲۳۵۳) بود.

گروه B : گروه با سازگاری خوب در محیط‌های مساعد، که ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ (K.W.15)، ۱۶ (K.W.16) ۱۳ (K.W.13) و ۷ (K.W.7) به ترتیب با عملکردهای ۲۵۸۸،

۲۶۰۸، ۲۳۵۱ و ۲۰۴۲ کیلوگرم دانه در هکتار درآن قرار گرفتند. در این گروه ژنوتیپ شماره ۱۳ دارای کمترین انحراف از خط رگرسیون (۳۰۰۷) بود.

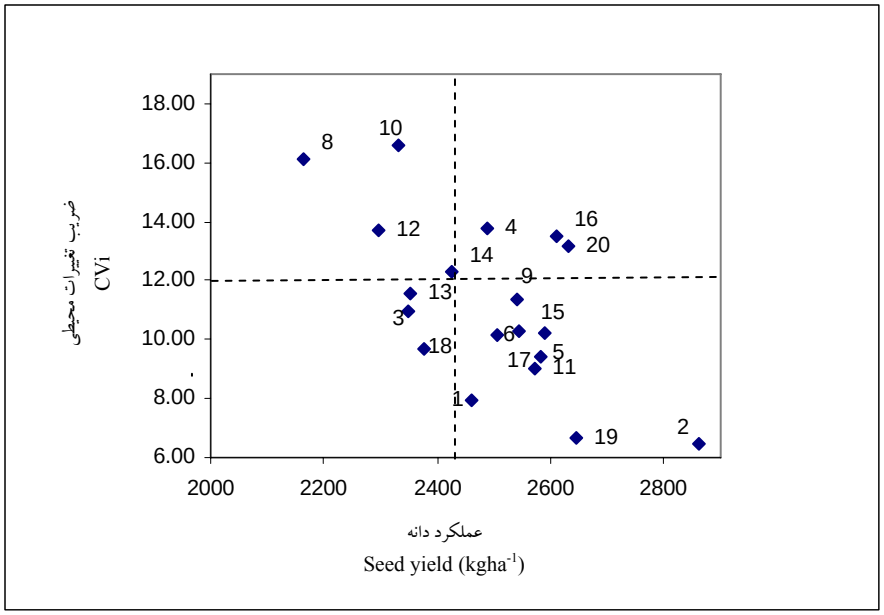
گروه C : گروه با سازگاری خوب در محیط‌های نامساعد، که ژنوتیپ‌های شماره ۸ (K.W.8)، ۱۸ (Zarghan279) و ۳ (K.W.3.) به‌ترتیب با عملکردهای ۲۳۴۷، ۲۳۷۷، ۲۱۶۲ کیلوگرم در هکتاردر آن قرار گرفتند.

حاتم‌زاده (Hatamzadeh, 2007) با استفاده از همین روش پایداری ۲۵ رقم گلرنگ را به مدت سه سال در کرمانشاه مورد مطالعه قرار داده و لاین ۳۳۸ را با تولید عملکرد بیش از میانگین کل، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون غیرمعنی‌دار برتر از سایر ارقام دانست. امیدی و همکاران (Omidi *et al.*, 2000) از روش ابرهارت و راسل استفاده و رقم پرمحصول پدیده را با تولید عملکرد بیش از میانگین کل ، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون غیرمعنی‌دار برتر از سایر ارقام دانستند. رقم جدید گلرنگ صفه نیز اخیراً با استفاده از همین روش معرفی شده است.(Omidi *et al.*, 2010). بکر و لئون (Becker and Leon, 1988) بیان داشته است که چنانچه بخش بزرگی از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مربوط به غیر یکنواختی بین ضرایب رگرسیون باشد روش‌های رگرسیونی معتبر خواهد بود. بریز (Breese, 1969) نیز ضمن تایید روش ابرهارت و راسل ، اختلاف ناشی از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را به دو جزء قابل پیش‌بینی نظیر نوع خاک، تاریخ کشت، تراکم گیاهی و غیر قابل پیش‌بینی نظیر بارندگی و دما که تغییرات نامنظم دارند تقسیم کرد. نظیر چنین نتایجی در سایر گیاهان زراعی نیز گزارش شده است (Moghaddam and Pourdad, 2009؛ Alizadeh *et al.*, 2008).

با توجه به نتایج به‌دست آمده، ژنوتیپ K.W.2 با داشتن کمترین میزان اکووالانس ریک به عنوان ژنوتیپ پایدار شناخته شد. ژنوتیپ‌های محلی عجب‌شیر و K.W.2 نیز با داشتن کم‌ترین واریانس پایداری شوکلا (Sukla, 1972) ژنوتیپ‌های پایدار محسوب شدند، ولی با در نظر گرفتن عملکردهای ژنوتیپ K.W.2 علاوه بر پایداری دارای عملکرد بیشتری نسبت به ژنوتیپ محلی عجب‌شیر بود.

پینتوس(Pintus, 1973) بیشتر بودن ضریب تبیین را معیار پایداری بالای ژنوتیپ‌ها می‌داند و بر این اساس ژنوتیپ‌های شماره ۲ (K.W.2)، ۱۹ (Padideh) با ضریب تبیین بالا (به ترتیب ۸۹/۳ و ۸۹/۹) جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند.

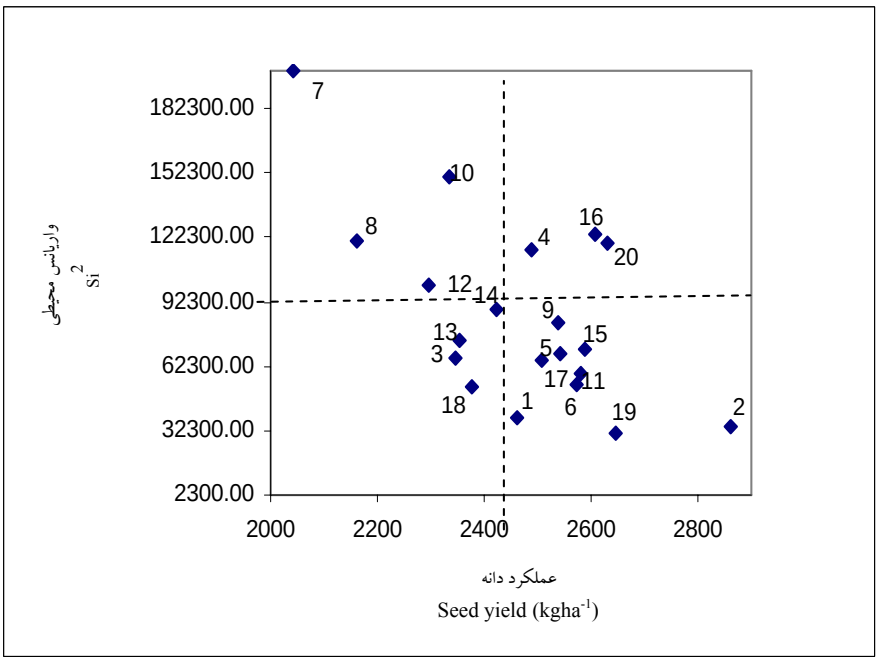
شکل‌های ۳ و ۴ نمودار پراکنش ارقام بر حسب عملکرد دانه و ضریب تغییرات محیطی و واریانس محیطی را نشان می‌دهد. همان‌طوری‌که ملاحظه می‌شود در هر دو مورد فوق مشخص شد که ژنوتیپ‌های شماره



شکل ۳- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ بر اساس عملکرد دانه و ضریب تغییرات محیطی

Fig. 3. Scatter diagram for safflower genotypes based on seed yield and CVi

For genotypes pedigree see Table 2. برای شجره ژنوتیپ‌ها به جدول ۲ مراجعه شود.



شکل ۴- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ بر اساس عملکرد دانه و واریانس محیطی

Fig. 4. Scatter diagram for sufflower genotypes based on seed yield and s_i^2

For genotypes pedigree see Table 2. برای شجره ژنوتیپ‌ها به جدول ۲ مراجعه شود.

(K.F72) ۹، (K.W.2) ۲ (Padideh) ۱۹، (K.W.6) ۶، (Varamin295) ۱۷، (K.W.11) ۱، (K.W.5) ۵ و (K.W.15) ۱۵ دارای عملکرد دانه بالاتر از میانگین کل و ضریب تغییرات و واریانس محیطی پایین بودند، که از میان ژنوتیپ‌های فوق ژنوتیپ K.W.2 با بیشترین عملکرد دانه و کمترین میزان ضریب تغییرات محیطی و واریانس محیطی به عنوان پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. باید توجه داشت که در بعضی از موارد ژنوتیپ‌هایی با عملکرد یکنواخت و کم در همه محیط‌ها از نقطه نظر ضریب تغییرات محیطی و واریانس پایداری ارقام پایدار شناسایی می‌شوند، که این از عمده اشکالات معیارهای این نوع تخمین پایداری است.

ضعیفی‌زاده و همکاران (Zaifizadeh *et al.*, 1996)روش ضریب تغییرات را مناسب‌ترین روش جهت تعیین پایداری ارقام بهاره گندم دانستند و بر اساس آن ارقام تجن و اترک را به عنوان ارقام پر محصول و دارای سازگاری بیشتر برای اقلیم گرم و مرطوب شمال معرفی و توصیه کردند. بر اساس نتایج روش غیر پارامتریک رتبه‌بندی (Ranking) ژنوتیپ K.W.2 با میانگین عملکرد دانه سه ساله ۲۸۶۲/۱۹کیلوگرم در هکتار، با کمترین میانگین رتبه عملکرد(R= ۲/۹۲) و انحراف معیار رتبه پایین(SDR= ۱/۵) در مقابل رقم پدیده با ۲۶۴۶/۳۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه ،میانگین رتبه عملکرد ۷/۴۲ و انحراف معیار رتبه ۲/۲ و رقم گلدشت با ۲۶۳۱/۵۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه،میانگین رتبه عملکرد ۷/۸۳ و انحراف معیار رتبه ۲/۵ پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. روش‌های غیر پارامتری رتبه‌بندی در سایر گیاهان زراعی توسط محققین مختلف استفاده شده است (Fan *et al.*, 2001؛ Ketata, 1988؛ Nassar and Huhn, 1987). در این تحقیق نوعی همسوئی از نتایج حاصل از روش‌های مختلف پایداری مشاهده می‌شود،ولی معیارهای ارایه شده توسط ابرهارت و راسل به دلیل بررسی همزمان عملکرد دانه،ضرایب رگرسیون و انحرافات از خط رگرسیون روش دقیق‌تر و مناسب‌تری است. در مجموع بر اساس نتایج حاصله از روش ابرهارت و راسل و سایر روش‌های مختلف تعیین پایداری، ژنوتیپ K.W.2 با شجره I.L.111×Zarghan279 با عملکرد بالاتر از میانگین کل(۲۸۶۲/۱۹ کیلوگرم در هکتار) ،ضریب رگرسیونی نزدیک به یک (b_i =1.03) و انحراف از خط رگرسیون غیر معنی‌دار (S^2d_i=۲۷۵۶) و همچنین براساس سایر معیارهای پایداری مانند: بالاترین ضریب تبیین (R^2=۸۹/۳) ،و به‌ترتیب باداشتن کمترین میانگین رتبه (R=۲/۹۲) ، انحراف معیار رتبه (SDR=۱/۵)، اکووالانس ریک (W^2i =۲۶۴۴۸) و واریانس پایداری شوکلا (δ^2_i =۷۷۴۸/۲)، سازگارترین و پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. این ژنوتیپ بی‌خار ودارای گل‌های قرمز خوش‌رنگ (جهت مصارف

غذایی) است و حاصل بیش از ۱۰ سال بررسی و اجرای آزمایش‌های متفاوت در مناطق مختلف کشور است.

References

Alizadeh, K., Eskandari, M., Shariati, A., and Eskandari. M..2008. Study on spring type safflower lines suitable for cold drylands using GGE biplots. World Journal of Agricultural Sciences 4 (6): 726-730.

Becker, H. C., and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101: 1-23.

Breese, E. I., 1969. The measurement and significance of genotype- environment interaction in grasseas. Heredity 24: 24-44.

Eberhart, S. A., and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.

Elfadi, E., Reinbrecht, C., Frick, C., Von, S., Rudolphi, S. 2005. Genotype by environment interaction in safflower grown under organic farming system. VIth International Safflower Conference, Turkey. pp. 236-241.

Fan, L., Hu, B. M., C. H., and Wu, J. G. 2001. A method of choosing locations based on genotype × environment intraction for regional trials of rice. Plant Breeding 120: 139-142.

Finlay, K., and Wilkinson, G. V. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14: 743-745.

Francis, T. R., and Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short season maize: I. A descripitive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58: 1029-1034.

Hatamzadeh, H. 2007. Study of seed yield stability in safflower lines and cultivars in entezari planting under rainfed condition of Kermanshah. Seed and Plant 23: 145-159. (in Persian).

Kang, M. S. 1998. Crossing genotype- environment interpretation for crop cultivar development. Advances in Agronomy 62: 199-252.

Ketata, H. 1998. Genotype × environment interaction. Proceedings of the Workshop on Biometrical Techniques for Cereal Breeders.. ICARDA, Aleppo, Syria. pp. 16-23.

Knight, R. 1970. The measurement and interpretation of genotype- environment interactions. Euphytica 19: 225-235.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1985. Procedural approach for assessing cultivar- location data: Pair wise genotype- environment interaction of test cultivars with checks. Canadian Journal of Plant Science 65: 1065-1071.

Leon, J. 1988. Methods of simultaneous estimation of yield and yield stability. pp. 299-308. In: Biometrics in Plant Breeding. Proceedings of the Sixth Meeting of Eucarpia Section, Birmingham. U. K.

Moghaddam, M. J., and Pourdad, S. S. 2009.Comparison of parametric and non-parametric methods for analysing genotype × environment interactions in safflower(*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 147: 601-612.

Nassar, R. L., and Huhn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stabiliy: Test of significance for non-parametric measures of phenotypic and genotype environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity 23: 339-365.

Nikkhah, H., R., Yousefi, A., Mahlooji, M., Arazmjoo, M., Ravari, Z., Sharif, M., Pazhomand, M. E., and Morovati, Y. 2007. Selection of barley genotypes for temperate zones of Iran using stability statistics. Seed and Plant 23: 130-146. (in Persian).

Omidi, A. H., Ahmadi, M. R., Shahsavari, M. R., and Karimi, S. 2000. Study of grain and oil yields stability in some winter safflower cultivar and lines. Seed and Plant 16: 130-145 (in Persian).

Omidi, A. H., Shahsavari, M. R., Motalebipour, S., and Mohammadi, A. A. 2010. Estimation of adaptability and stability of new spring safflower lines for seed and oil yields in different environmental conditions. Seed and Plant Improvement Journal 26-1: 351-366 (in Persian).

Perkins, J. M., and Jinks, J. L. 1968. Environmental and genotypes- environmental component of variability. III.Multiple lines and crosses. Heredity 23: 339-356.

Pinthus, M. J. 1973. Estimate of genotypic value :A proposed method. Euphytica 22: 121-123.

Plaisted, R. L., and Peterson, L. C. 1959. A technique for evaluating the ability of

selection to yield consistently in different locations and seasons. American Potato Journal 36: 381-385.

Rommer, T. H. 1917. Sind die ertragreicheren sorten ertragssicherer. DGL-Mitt. 32: 87-89.

Roustaii, M., Moghaddam, M., and Mahfoozi, S. 1996. Comparison of some stability parameters and determination of stable wheat for semi warm region.Proceedings of the 4th Iranian Crop Sciences Congress. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. Page 263 (in Persian).

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspect of partitioning genotype- environmental components of variability. Heredity 29: 237-247.

Soughi, H., Kalateh, M., Jafarby, J. A., Khavarinejad, S., Ghasemi, N., Fallahi, H., and Amini, A. 2009. Study on grain yield stability of some promising bread wheat lines in northern warm and humid climate of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 25-1: 211-222 (in Persian).

Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur refassung der okologischen streubretite in feld versuchen. Flazenzuecht 47: 92-96.

Zaifizadeh, M., Mogaddam, M., Ghasemi, M., Mahfouzi, S., and Ahmadi, A. 1996. Stability analysis of grain yield of spring bread wheat cultivars in Caspian Sea regions. Iranian Journal of Agricultural Sciences 27 (1): 45-51 (in Persian).